Universite USMBA
ENSAF
Filiere CP1

Travaux dirigés d'optique

Série 01

Exercice 01 :

Une onde électromagnétique se propage dans le vide à la fréquence $\nu = 375[THz]$:

1. Quelles seront sa vitesse et sa longueur d'onde ?
2. Sera t-elle visible ?

Supposons qu'elle pénètre dans un milieu optique d'indice $n = 1.78$:

1. Calculer son nombre d'onde et sa vitesse ?
2. Changera t-elle de couleur ?

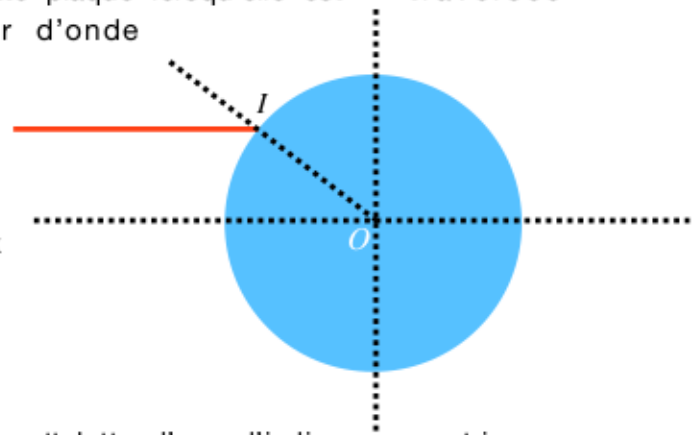
Exercice 02 :

La fiche technique d'une plaque de verre transparent et isotrope indique que la dispersion du matériau suit une loi de Cauchy qui s'énonce comme suit :

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

Où λ est la longueur d'onde dans le vide exprimée en $[\mu m]$, $A = 1.3452$ et $B = 3.331553 \times 10^{-3}[\mu m^2]$.

1. Calculer la valeur de l'indice optique de cette plaque lorsqu'elle est traversée par deux rayons lumineux de longueur d'onde $\lambda_1 = 455[nm]$ et $\lambda_2 = 632[nm]$.
2. Déterminer les angles d'émergence des deux rayons assumant une incidence identique avec un angle de 25 degrés.
3. En déduire la séparation angulaire des deux rayons.



Exercice 03 :

Un rayon lumineux monochromatique traverse une gouttelette d'eau d'indice optique $n = \frac{4}{3}$ de forme sphérique suspendue dans l'air d'indice optique $n = 1$.

1. Décrire et tracer la trajectoire d'un rayon lumineux incident parallèlement à l'axe optique la gouttelette d'eau.
2. Tracer la trajectoire d'un deuxième rayon symétrique au premier par rapport à l'axe optique.

3. En déduire ce qui ce passe lorsque on éclaire un brouillard avec les rayons des phares d'une voiture.

Exercice 04 :

Un rayon lumineux en provenance d'une étoile lointaine pénètre l'atmosphère terrestre d'indice optique n_0 avec un angle d'incidence i.

1. Si on considère une forme plane de l'atmosphère d'épaisseur constante h déterminer la relation entre i et l'angle d'incidence au sol.
2. Dans le cas où l'atmosphère est assimilée à une couche de forme sphérique délimitée par les rayons R et $R+h$. Etablir la relation entre i et j.
3. Calculer les valeurs de j dans les deux cas. On donne :
   $R = 6370[km],\ h = 8[km]\ i = 45°\ et\ n_0 = 1.000279$

Exercice 05:

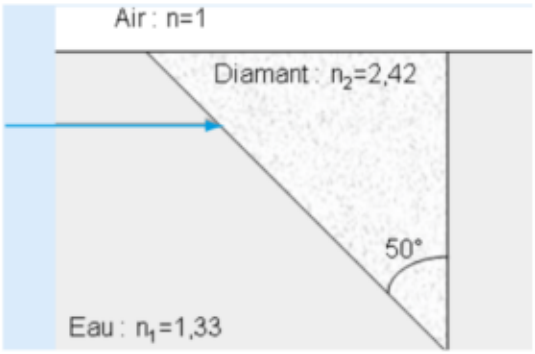
L'atmosphère terrestre est composée de différentes couches caractérisées par leur densité et leur température. Par soucis de simplification, on va considérer que l'atmosphère se compose principalement de deux couches l'une au dessous des $100[km]$ d'altitude qu'on désignera par l'atmosphère neutre et l'autre au-delà des $100[km]$ d'altitude qu'on appellera ionosphère d'indice optique $n_{ion} = 0.908 n_{neutre}$. On considère la propagation d'une onde radio entre le sol, supposé totalement réfléchissant, et l'interface neutre-ionosphère.

1. Quel phénomène exploite-t-on pour guider les ondes radio entre le sol est l'ionosphère ?
2. Quel doit entre l'angle d'incidence sur l'interface neutre-ionosphère pour confiner l'onde radio dans l'atmosphère neutre ?
3. Combien de réflexions expérimentent une onde radio entre Fès et Agadir si on considère un angle d'incidence de 70 degrés ?

Exercice 06:

Un rayon lumineux rentre dans une cuve d'eau en incidence normale. Il se propage de l'eau vers le diamant et arrive ensuite sur l'interface air-diamant. Les indices de réfractions respectifs sont :
$n_{air} = n_0 = 1;\quad n_{eau} = n_1 = 1.33;\quad n_{diament} = n_2 = 2.42.$
On néglige l'épaisseur des parois de la cuve.

1. Calculer la vitesse de phase de la lumière dans l'air, l'eau et le diamant.
2. Calculer les angles de réflexions et de rétractions sur les différentes interfaces ?
3. De quelle face de la cuve le rayon lumineux va-t-il émerger ?



Exercice 07:

On considère une fibre optique a saut d'indice de longueur L et de diamètre de $10[\mu m]$. L'indice du coeur est $n_c = 1.45$ et l'indice de la gaine est $n_g = 1.435$.

1. Calculer en fonction de L les temps de propagation de deux rayons lumineux l'un injecte parallèlement a l'axe de révolution de la fibre et l'autre selon l'angle d'injection maximal.
2. Déduire la bande passante de la fibre par unité de longueur.

Exercice 08:

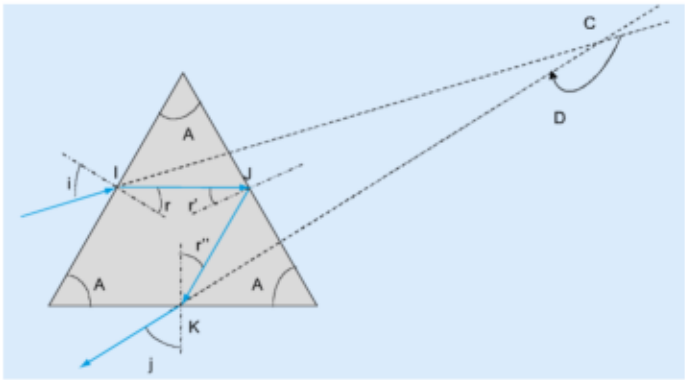
Considérons un prisme d'angle au sommet A et d'indice optique $n > 1$. En supposant que le rayon émergent existe, étudier la variation de la déviation du prisme en fonction de :

1. L'angle au sommet A.
2. L'indice optique n
3. L'angle d'incidence i.

Exercice 09 :

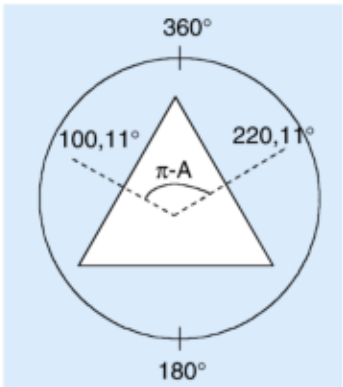
Un rayon se propageant dans l'air est incident sur un prisme équilatéral d'angle A et d'indice optique $n = 1.5$; il sort par sa base qui n'est pas dépolie.

1. Quelle est la condition pour que le rayon se réfléchisse totalement en J.
2. Que vaut alors l'angle de sortie j du rayon par la base ?
3. Exprimer l'angle de déviation D du rayon sortant en fonction de i et A.



Exercice 10:

On place sur la platine tournante d'un goniomètre un prisme d'indice optique n inconnu. Et on désire déterminer la dispersion en longueur d'onde de $n(\lambda)$ en utilisant une source de lumière polychromatique émettant dans le visible.



1. On réalise d'abord une première manipulation qui nous permet de déterminer les normales des faces d'entrée et de sortie du prisme tel quel est montre dans la figure ci-contre. Déduire la valeur de l'angle au sommet.
2. On procède maintenant aux expériences qui nous ont permis de déterminer l'angle de déviation minimale pour chaque longueur d'onde de la source polychromatique. Les résultats sont explicites dans le tableau ci-après:

λ	425	450	500	525	550	575	600	625	650	675
D_m	77.54	75.65	73	72.02	71.29	70.63	70.08	69.6	69.17	68.80

Calculer l'indice optique correspondant à chaque longueur d'onde avec une précision de 10^{-4}.

3. Tracer la courbe de la dispersion de n.